



Disponibilidade de Chumbo após incubação em Cambissolo Flúvico ⁽¹⁾

Ariane Roesener da Silva ⁽²⁾; Dreyce Kisholli Bueno ⁽³⁾; Eduardo da Silva Daniel ⁽³⁾;
Mari Lucia Campos ⁽⁴⁾; David José Miquelluti ⁽⁴⁾

⁽¹⁾Trabalho executado com recursos do PROMOP; ⁽²⁾Bolsista de Iniciação Científica, Estudante de Engenharia Florestal; Universidade do Estado de Santa Catarina; Lages, Santa Catarina; arihane@hotmail.com; ⁽³⁾ Doutorando(a) em Ciências do Solo; Universidade do Estado de Santa Catarina; ⁽⁴⁾Professor (a) Pesquisador, UDESC - CAV.

RESUMO: O objetivo desse trabalho foi quantificar os teores disponíveis e totais de Pb, após incubação por um ano, em Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico coletado no município de Bocaina do Sul, SC. O solo foi submetido a tratamento com doses crescentes de Pb nas concentrações de 0, 100, 500, 1000 e 2000 mg kg⁻¹. O teor disponível foi obtido pelo método descrito por Tedesco et al. (1995) em solução de HCl a 0,1M. O teor total foi determinado utilizando a metodologia água-régia proposta por URE, (1990). O delineamento experimental utilizado foi o totalmente casualizado com quatro repetições. O teor natural de Pb encontrado foi de 12,7 mg kg⁻¹. O teor disponível de Pb aumentou com incremento da dose de Pb adicionada, porém, manteve-se entre 26-33% do teor total. O método da água régia recuperou em média 75% do Pb adicionado.

Termos de indexação: metal pesado; contaminação; solo.

INTRODUÇÃO- O solo por ser um importante compartimento do ambiente com capacidade de acumular muitos poluentes, apresenta grande risco de contaminação, uma vez que, se o seu poder-tampão for exercido, as águas subterrâneas e a biosfera passam a ter sérios riscos mediante a transferência de poluentes (SOBRINHO et al., 2009). Teores naturais de chumbo no solo são oriundos do intemperismo das rochas, erupções vulcânicas e névoas do mar. O chumbo é tóxico, pois não é requerido pelos organismos até mesmo em quantidades traço e pode se acumular na cadeia alimentar causando danos irreversíveis à saúde humana (LOPES, 2010). O uso indiscriminado do chumbo em uma variedade de processos industriais e produtos comerciais é a principal causa de contaminação desse metal no meio ambiente (ANDRADE et al., 2007). O aumento anormal dos teores de metais pesados, como arsênio, chumbo e cobre, nos solos de agricultura de alta tecnologia resulta da deposição atmosférica, da aplicação de defensivos agrícolas, de resíduos orgânicos e inorgânicos urbanos e industriais, de fertilizantes e corretivos e da irrigação com água contaminada

(ALLOWAY, 1990). O uso de fungicidas, herbicidas e inseticidas também contribui para o acúmulo de metais pesados no solo (NÚÑEZ et al., 2006).

No solo, a disponibilidade de metais pesados depende de vários fatores, tais como o teor de argila, de matéria orgânica, de óxidos de ferro, alumínio e de manganês, do pH, do potencial redox, temperatura, da superfície específica e da constituição mineralógica do solo, além da CTC e da força iônica da solução (ALLEONI et al., 2005; DIAS et al., 2001; KABATA-PENDIAS, 2004).

O Pb é estável no solo e pouco solúvel, limitando assim a sua absorção pelas plantas e aumentando a sua disponibilidade para a rizosfera (MC GRATH & ZHAO, 2003). A sua distribuição no perfil não é uniforme e possui uma grande associação com os óxidos e hidróxidos, especialmente de Fe e Mn. As características geoquímicas do Pb²⁺ são semelhantes com as do grupo alcalino-terrosos, metais divalentes, assim o Pb possui uma capacidade de substituir K, Ba, Sr e Ca, tanto em minerais como em sítios de sorção (KABATA-PENDIAS, 2004).

O teor total varia muito entre os solos, mesmo entre solos não impactados. Quando surgem suspeitas de contaminação, a certificação ocorre por meio da comparação dos valores encontrados em áreas com valores de referência estabelecidos por um órgão de controle ambiental. Conhecer as quantidades totais e formas disponíveis do metal no solo é essencial no diagnóstico da contaminação e definição de estratégias de remediação (ACCIOLY e SIQUEIRA, 2000).

Nesse contexto, o objetivo do trabalho foi quantificar os teores de Pb disponível e total em Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico após incubação com doses crescentes num período de um ano.

MATERIAL E MÉTODOS

Utilizou-se o solo, Cambissolo Flúvico Alumínico gleissólico, coletado em ambiente natural na Comunidade de Pessegueiros, no município de Bocaina do Sul – SC. A classe textural deste solo é Franco Argilo Siltosa, com 127, 348 e 525 g kg⁻¹ de areia, argila e silte respectivamente. O valor de pH



em água foi de 4,6, pH em CaCl_2 3,7 e de carbono orgânico de 55 g kg^{-1} .

O solo permaneceu incubado com doses crescentes de Pb (0, 100, 500, 1000 e 2000 mg kg^{-1}) utilizando como fonte do elemento o sal nitrato de chumbo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$), por um ano, com umidade acima da capacidade de campo para a estabilização das condições químicas. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições de cada tratamento.

Após esse período, as amostras do solo foram coletadas e peneiradas para uniformizar a granulometria e obter partículas de 2 mm. Para extração do teor disponível, utilizou-se HCl 0,1 mol L^{-1} (TEDESCO et al., 1995). Na extração do teor total utilizou-se água-régia HCl: HNO_3 concentrados na proporção 3:1, aquecimento em bloco digestor na temperatura de 90°C (URE, 1990). Os teores de Pb extraídos foram quantificados por espectrometria de absorção atômica de alta resolução com atomização em chama ar-acetileno.

No processo de determinação do teor total foi inserido amostra referência, SRM 2709 San Joaquin soil, certificado pelo National Institute of Standards and Technology (NIST). O teor certificado é de $18,9 \text{ mg kg}^{-1}$ e o obtido neste trabalho foi de $11,3 \text{ mg kg}^{-1}$.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor natural de Pb encontrado foi de $12,7 \text{ mg kg}^{-1}$ semelhante ao encontrado por Hugen (2010) para Cambissolos de SC ($12,9 \pm 8,1 \text{ mg kg}^{-1}$) e ao valor de referência de 12 mg kg^{-1} sugerido pelo menos autor **Tabela 1**. O teor disponível em condições naturais não ultrapassa 7% do teor natural de Pb.

Tabela 1 - Teores disponíveis e totais de Pb em Cambissolo Flúvico Aluminico gleissólico após incubação com doses crescentes de Pb.

Tratamentos	Pb HCl 0,1 M (disponível)	Pb água-régia (total)	Pb _(D) *
	mg kg^{-1}		%
0	$1,00 \pm 0,3$	$12,7 \pm 1,0$	12
100	$20,6 \pm 12,4$	$78,2 \pm 8,4$	20,6
500	$102,5 \pm 9,8$	$382,7 \pm 20,2$	20,5
1000	$243,2 \pm 35,7$	$733,7 \pm 40,2$	24,3
2000	$471,9 \pm 39,1$	$1433,7 \pm 248,9$	23,5

*Pb_(D) = (Pb HCl 0,1 mol L^{-1} *100/Pb adicionado)

O método água-régia recuperou em média 75% do Pb adicionado, isso encontra-se dentro do esperado para o método água régia que remove de 70-90% do elemento presente no solo (Ure, 1990).

Os teores totais e disponíveis de chumbo aumentaram linearmente com as doses adicionadas

ao solo (Figura 1). A teor disponível mantiveram-se entre 20-24,3% da dose adicionada **Tabela 1**. A adição de 100 mg kg^{-1} de Pb promoveu um aumento em 20 vezes no Pb disponível quando comparado ao Pb disponível em condições sem contaminação. Os teores disponíveis extraídos pelo método HCl 0,1 M alcançaram valores entre 20,6 e 472 mg kg^{-1} de Pb após a contaminação. Os teores disponíveis representam a quantidade de metais prontamente disponíveis para as plantas (MCBRIDE, 1994), e aumenta o risco de mobilização do poluente, o que culmina com a contaminação da água sub superficial ou superficial (LINHARES et al., 2009).

O fato do extrator HCl 0,1 mol L^{-1} ter extraído em média apenas 22,2% do Pb adicionado corrobora com o observado por Barrow, (1989) e Axe & Anderson, (1998). Esses autores incubaram os solos com doses crescentes por um período de 30 dias e observaram uma redução no Pb dessorvido, o que segundo eles se deve a vagarosa difusão do Pb para o interior da matriz dos solos através de microporos, permanecendo em formas não-lábeis.

Mesmo com o teor disponível alcançando o valor de $471,9 \text{ mg kg}^{-1}$ para a maior dose adicionada, a capacidade média de retenção do Pb pelo Cambissolo Flúvico Aluminico gleissólico foi de 78%. Essa capacidade de adsorção indica que a adsorção do Pb não se deu apenas por ligações eletrostáticas.

CONCLUSÕES

O Cambissolo alvo deste estudo apresentou teor de Pb semelhante ao dos Cambissolos de SC;

A água régia foi capaz de recuperar apenas 75% do Pb adicionado ao solo;

Os teores de Pb disponível (HCl 0,1 mol L^{-1}) aumentaram com o incremento da dose de Pb, sendo que, a porcentagem média extraída Pb adicionado foi de 22%;

Os teores disponíveis obtidos neste estudo indicam que o Cambissolo foi capaz de reter 78% do Pb adicionado e que a retenção deste ocorreu por adsorção específica.

AGRADECIMENTOS

À Deus por propiciar a vida, à Prof^a Dr. Mari Lucia Campos pela oportunidade de trabalhar ao seu lado, aos meus pais Alceu e Adelina por todo amor e dedicação dispostos à mim, à minha amiga e doutoranda Dreyce Kisholli Bueno a qual sem, nada disso seria possível. E a todos que direta ou indiretamente fizeram parte deste.



REFERÊNCIAS

- ACCIOLY, A.M.A.; SIQUEIRA, J.O. Contaminação química e biorremediação dos solos. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciências do Solo, 2000. 351 p.
- ALLEONI, L. R. F. et al., Metais Pesados: da Cosmogênese aos Solos Brasileiros. In: **Tópicos em Ciência do Solo**.v 4. 1 ed.Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2005. p. 1-41.
- ANDRADE, J. C.da M. et al., **Fitorremediação: o uso de plantas na melhoria da qualidade ambiental**. São Paulo: Oficina de textos, 2007. 176 p.
- ABREU, C.A. et al. Análise química de solo para metais pesados. In. **Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. (Org.). Tópicos em Ciência do Solo**. 1 ed. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2002, .v.2, p.645-692.
- AXE, L. & ANDERSON, P.R. Intraparticle diffusion of metal contaminants in amorphous oxide minerals. In: JENNE, E.A., ed. Adsorption of metals by geomedia: variables, mechanisms, and model applications. San Diego, Academic Press, 1998. p.193- 200.
- BRASIL. **Resolução Conama 303/2002**. Ministério do Meio Ambiente - Disponível em: <http://www.mma.gov.br/index.php> Acesso em: novembro 2010.
- BARROW, N.J. The reaction of plant nutrients and pollutants with soils: II. Effect of pH. *Soil Sci.*, 153:195-204, 1989.
- CHEN, M; MA, LQ. Comparasion of three aqua regia digestion methods for twenty Florida soils. *Soil. Sci. Soc. Am. J.*, 65:491-499, 2001.
- DIAS, N. M. P.; et al. Isotermas de adsorção de cádmio em solos ácidos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v 5, n 2, p. 229-234, 2001.
- HUGEN, Camila. Valores de Referência para Teores de Cr, Cu, Ni, Pb e Zn em Solos do Estado de Santa Catarina. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agroveterinárias / UDESC. Lages – SC. 2010. 70p
- KABATA-PENDIAS, A.; PENDIAS, H. **Trace elements in soils and plants**.3rd ed. Boca Raton: CRC Press, 2001. 413p.
- KABATA-PENDIAS, A. Soil-plant transfer of trace elements – an environmental issue. **Geoderma**. 122, 143-149. 2004.
- LINHARES, L. A. et al. Adsorção de cádmio e chumbo em solos tropicais altamente intemperizados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. Brasília, v 44, n. 3, p. 291-299, 2009.
- LOPES, D. Plantas nativas do cerrado uma alternative para fitorremediação. **Estudos Goiânia**, v. 37, n. 3/4, p. 419-437, 2010.
- McBRIDE, M.B. **Environmental chemistry of soil**. 1 ed. New York: Oxford University Press, 1994. 341 p.
- McGRATH, S.P; ZHAO, F.J. Phytoextraction of metals and metalloids from contaminated soils. **Current Opinion Biotechnol.**, 14:277-282, 2003.
- NÚÑEZ, J.E.V; AMARAL SOBRINHO, N.M.B & MAZUR, N. Sistema de preparo do solo e acúmulo de metais pesados no solo e na cultura do pimentão (*Capsum Annum L.*). **ci. Rural**, 36:113-119, 2006.
- SOBRINHO, N.M.B.A; BARRA, C.M.; LÃ, O.R. In: **XVI Química dos metais pesados no solo**. v 2. 1 ed.Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2009. p. 249-312.
- SCHIMITT, C. Nutrição mineral do vime em ambientes naturais e potencial de fitorremediação em ambiente contaminado com cádmio e chumbo. (Dissertação) Mestrado. Universidade do Estado de Santa Catarina.2011. 80p.
- TEDESCO, M. J. et al. **Análises de solo, plantas e outros materiais**. Porto Alegre, Depto de Solos da Fac. de Agronomia, UFRGS, 1995. (Boletim técnico, 5).
- URE, A.M. Methods of analysis of heavy metals in soils.. In: ALLOWAY, B.J. Heavy metals in soils. New York, John Wiley, 1990. p.40-80

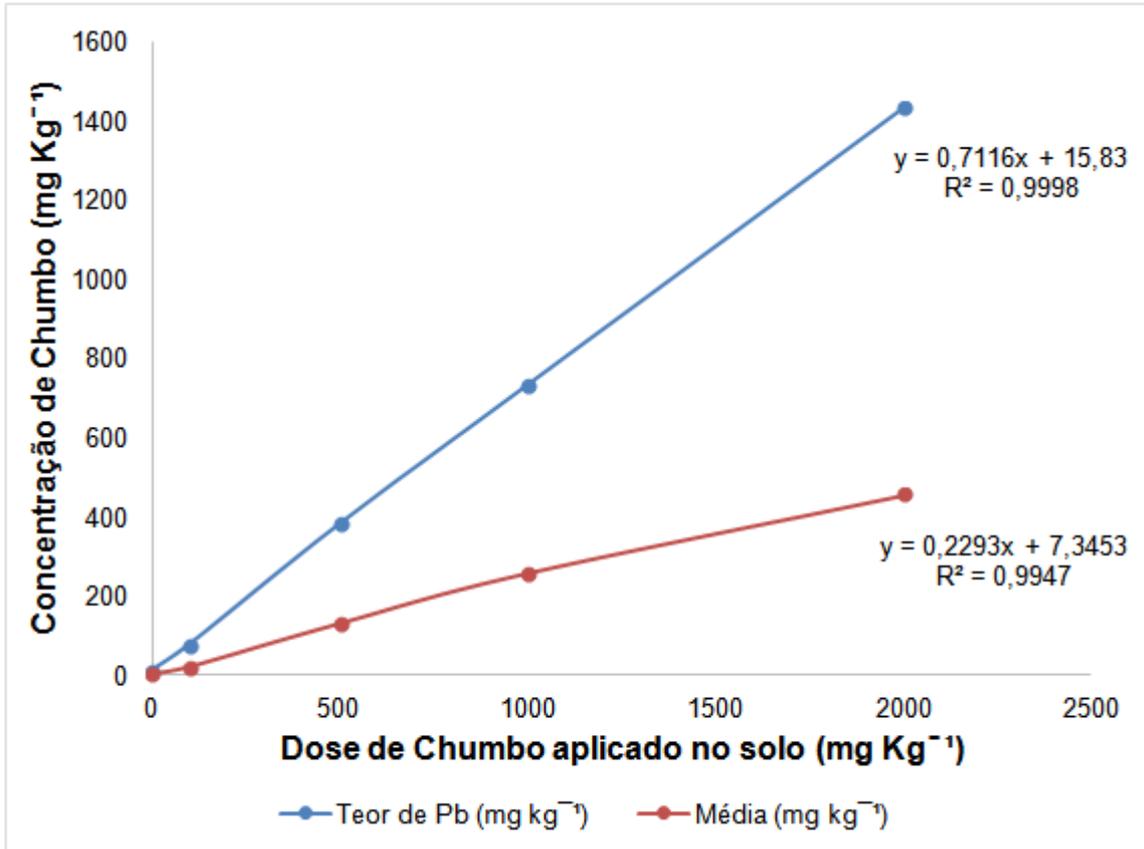


Figura 1 - Teores totais de Pb em Cambissolo Flúvico Aluminico gleissólico após incubação com doses crescentes de Chumbo.